

родовищ зважаючи на об'єм попередньорозвіданих запасів та той факт, що пробурені на девон свердловини в межах зазначених родовищ не підлягають відновленню по технічних причинах, пропонується здійснити шляхом буріння 5 нових розвідувальних свердловин. Дорозвідку пропущених покладів серпуховських відкладів Гадяцького та Валюхівського родовищ пропонується проводити як об'єктів повернення у свердловинах, що розробляють поклади вуглеводнів візейських відкладів.

Враховуючи, що пропущені об'єкти виявлені на родовищах, що розробляються з розвинутою інфраструктурою, з достатньо великою кількістю пробурених свердловин, їх дорозвідка буде вимагати значно менше капіталовкладень, ніж розвідка покладів з співрозмірними запасами на нових розвідувальних площах.

Таким чином, автором був розроблений новий методичний підхід до прогнозування і виявлення пропущених низькоомних нафтогазо-насичених пластів.

Література

1. Федоришин Д.Д., Федоришин С.Д., Старостін А.В., Коваль Я.М. Причини низькоомності порід-колекторів та оцінка характеру їх насичення в умовах нафтогазових родовищ України // *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ : всеукр. наук.-техн. журн. - Івано-Франківськ : Факел. - 2006. - №3. - с.35-40.*
2. Гуньовська О.М., Рибак Л.А., Кондратьєва Н.А. та ін. Комплексні петрофізичні дослідження складно побудованих колекторів нижнього карбону та верхнього девону ДДЗ на прикладі Валюхівського родовища // *Зб. наук. праць УкрДГРІ.-2006.-№2.-с.98-103.*
3. Семенов В.В., Питкевич В.Т., Мельник И.А., Соколова К.И. Исследование низкоомных коллекторов с использованием данных кернового материала // *Геофизика. -2006. -№2.- с.42-47.*
4. Полівцев А.В., Рибак Л.А., Кондратьєва Н.А. та ін. Проблеми та результати створення петрофізичних моделей нетрадиційних колекторів родовищ ДДЗ // *Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики: Зб. наук. пр. - 2008. - С. 49-59.*

УДК 556.388(477.6)

**В.Г. Суярко, д.г.-м.н., професор,
В.А. Пересадько, д.геогр.н., професор,
Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна**

ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНОЇ ГІДРОСФЕРИ ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНІВ (НА ПРИКЛАДІ ДОНБАСУ)

Розглянуто проблеми забруднення підземної гідросфери промислових регіонів, на прикладі Донбасу розкрито причини, види та джерела антропологічного забруднення підземних вод. Показано основні процеси формування локальних, регіональних та гідрогеохімічних аномалій в умовах техногенезу і зазначено, що кожний промисловий регіон має свою специфіку забруднення гідросфери. Визначено основні фактори природної захищеності підземної гідросфери. Схарактеризовано хвороботворюючий вплив деяких елементів - забруднювачів та їх асоціацій у підземних водах на організм людини.

Ключові слова: підземна гідросфера, антропологічне забруднення, підземні води, хімічні елементи.

В.Г. Суярко, В.А. Пересадько. ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ (НА ПРИМЕРЕ ДОНБАССА). Рассмотрены проблемы загрязнения подземной гидросферы промышленных регионов. На примере Донбасса раскрыты причины, виды и источники антропогенного загрязнения подземных вод. Показаны основные процессы формирования локальных и региональных гидрогеохимических аномалий в условиях техногенеза и подчеркнута, что каждый промышленный регион имеет свою специфику загрязнения гидросферы. Определены основные факторы природной защищенности подземной гидросферы. Охарактеризовано болезнетворное влияние некоторых элементов - загрязнителей и их ассоциаций в подземных водах на организм человека.

Ключевые слова: подземная гидросфера, антропологическое загрязнение, подземные воды, химические элементы.

Вступ. Взаємодія людини з геологічним середовищем є історично тривалим і водночас суперечливим процесом. Покращуючи умови свого існування, людина руйнує природні системи, перетворює природні ландшафти, погіршує стан ґрунтів, атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод. Внаслідок цього у навколишньому середовищі відбуваються незворотні зміни, що призводять не лише до зникнення сотень видів рослин і тварин, але й до збільшення захворювань та смертності серед людей. Особливо це стосується промислових регіонів, до яких в Україні, передусім, належать

Донбас, Кривбас та території навколо великих індустриальних міст (Київ, Харків, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Львів та інші).

Основними складовими доквілля є літо - , гідро - , атмо - та біосфера. Тут у відповідності до вчення академіка В.І. Вернадського відбувається інтенсивне формування нової, пов'язаної зі свідомою діяльністю людини, оболонки Землі – *ноосфери* [2]. Мінеральна основа ноосфери – геологічне середовище, що включає верхні горизонти літосфери та підземної гідросфери. Вона відповідає географо – геохімічному визначенню *ландшафт*, як динамічній системі

земної поверхні, у якій відбувається взаємопроникнення елементів вище вказаних сфер. У ландшафтних системах зв'язки між складовими частинами, що визначають їх структуру, поділяються на прямі та зворотні, що й обумовлює саморегуляцію цих систем. Вона полягає у тому, що будь-які відхилення від стійкого стаціонарного стану стимулюють зміни, які зменшують такі відхилення. У такий спосіб кожна система рухливої рівноваги прагне змінитися таким чином, щоби звести до мінімуму ефект зовнішньої дії. Цей природний принцип лежить в основі протидії процесам антропогенезу, що впливають на природні геосистеми ноосфери.

Серед складових геологічних систем, підземна гідросфера, як динамічне середовище, є найчутливішою до антропогенного тиску. Особливо це стосується верхніх водоносних горизонтів і комплексів, хімічний склад яких під його дією постійно змінюється.

Серед основних особливостей підземних вод і, передусім, верхніх водоносних горизонтів (зони вільного водообміну), слід виділяти такі важливі функції як: а) основного споживчого компонента більшості біологічних видів, включно з людиною; б) найціннішого виду корисних копалин; в) найактивнішого чинника геологічних, ландшафтно – геохімічних та екологічних процесів [1, 18]. Саме через це антропогенні (техногенні) зміни хімічного складу підземних вод не лише здійснюють величезний вплив на природні екосистеми, а й регулюють спрямованість та інтенсивність різних геолого - географічних процесів.

Проблеми антропогенного забруднення, охорони та раціонального використання підземних вод у промислових регіонах давно набули міжнародного характеру, а їх дослідження проводяться за такими основними напрямками: 1) охорона від забруднення; 2) зміна якості в процесі водопостачання; 3) гідрогеохімічні пошуки родовищ корисних копалин; 4) утилізація промислових стоків; 5) інженерно – геологічні та ландшафтні дослідження. При цьому два перших напрямки, з огляду на виключну важливість, виділяються у самостійну категорію [8].

У межах статті авторами не лише поставлено декілька важливих науково - практичних проблем, а й сформульовано нові положення екології підземної гідросфери, що і обумовлює її актуальність.

Метою статті є розкриття основних причин, видів та визначення джерел забруднення підземної гідросфери у промислових регіонах. На прикладі найбільшого промислового регіону України Донбасу розглянуто результати вивчення антропогенного забруднення та фактори

природної захищеності підземної гідросфери. Проведено аналіз впливу забруднення підземних вод на організм людини.

Основна частина. Геохімічні особливості підземної гідросфери визначаються, головним чином, геологічною будовою і літологічним складом водоносних товщ гідрогеологічних структур. Проте, в урбанізованих індустріальних регіонах антропогенний вплив на підземні води постійно збільшується, що призводить не лише до їх забруднення, а й до зміни природного макрокомпонентного складу і як наслідок – геохімічного типу вод. Важливим фактором штучного забруднення підземних вод є поверхневі води, які у великих кількостях розчиняють і транспортують мінеральні та органічні речовини. Останні внаслідок інфільтрації проникають у зону вільного водообміну, часом суттєво забруднюючи ґрунтові та підземні води верхніх горизонтів і комплексів [3].

Розповсюдженню забруднення гідросфери сприяє природно та штучно розчленований рельєф і велика щільність гідрографічної мережі. Такий рельєф забезпечує високі швидкості поверхневого та підземного стоку, а поверхневі водотоки сприяють розчиненню та транспортуванню забруднюючих речовин [5].

Розрізняють *локальне* та *регіональне* забруднення підземної гідросфери. *Локальне забруднення* звичайно обумовлюється існуванням конкретних джерел рідинних забруднених речовин, що інфільтруються у ґрунтові та підземні води – заводів, шахт, очищувальних споруд, складів сільськогосподарських добрив, атомних і теплових гідроелектростанцій, продуктопроводів, видобувних свердловин (особливо нафтогазових) та інших подібних об'єктів. Одним з видів локального забруднення, характерним для промислових регіонів, є проникнення стічних вод у водоносні горизонти по поглинаючих свердловинах і гірничих виробітках. Детально описано приклад такого забруднення креозотом, фенолами та іншими шкідливими речовинами у штаті Джорджія (США) [19]. Майже аналогічна ситуація, пов'язана із проникненням високотоксичних сполук, що недбало захоронялися у водоносні горизонти карбону, що супроводжувалося масовим отруєнням людей, спостерігалась у 1989 році у м. Горлівка на Донеччині. Ситуація тут ускладнювалась розвитком техногенної зони вільного водообміну до глибин 1000 м, що сформувалась через багаторічне видобування вугілля та підземну розробку (шахтами і штольнями) ртутних руд. Після аварійного витоку токсичних речовин, їх концентрації у підземних водах зросли до десятків г/дм³ (хлорбензол, формальдегід та інші сполуки) що було встанов-

лено на глибинах 800 – 900 м і більше. З часом забруднення підземної гідросфери охоплювало все більші площі (десятки і сотні квадратних кілометрів), внаслідок чого з локального воно перетворилося у регіональне [14].

При *регіональному забрудненні* погіршення якості підземних вод, що супроводжується зміною їх хімічного складу та різних фізико – хімічних параметрів розповсюджується на цілі райони. Така картина є характерною для Донецької області, де окрім високої щільності населення і існування великої кількості промислових об'єктів, існує і інтенсивне сільськогосподарське виробництво. Регіональне забруднення зазвичай обумовлюється наявністю безлічі джерел локального забруднення, кожне з яких має свою специфіку. Через це просторовий збіг різних за характером локальних осередків забруднення і є причиною утворення складних багатокомпонентних гідрогеохімічних аномалій. Так, аномалії у водоносних горизонтах четвертинних та кам'яновугільних відкладів у зоні Горлівського промислового вузла утворені більше ніж 30 компонентами різного генезису, серед яких ртуть, сурма, арсен, бор, поліметали, галогени, феноли, сполуки азота, пестициди та інші. Їхнє формування, вірогідно, обумовлене як природними, так і штучними (техногенними) факторами [11].

Проникненню у підземні водоносні горизонти і комплекси забруднюючих речовин сприяє тріщинуватість та пухкість водоутворюючих порід. Окрім ґрунтових вод та вод четвертинних відкладів, регіональне забруднення яких є звичайним явищем, така особливість притаманна першим від поверхні водоносним горизонтам кайнозою, мезозою, «відкритого» карбону, а також кори вивітрювання докембрійських кристалічних порід Приазовського масиву. Регіональне забруднення часто має розповсюдження у декількох водоносних горизонтах включно з тими, що використовуються для централізованого водопостачання. Так, не зважаючи на те, що використання ДДТ на момент відбору проб було заборонене більше 20 років, у водах деяких водозаборів Донбасу, що експлуатують мезозойські горизонти, виявлено цю надзвичайно токсичну речовину [12].

Окрім масштабів, забруднення підземних вод у промислових регіонах є різним за походженням. Воно може бути *хімічним, біологічним, радіоактивним та тепловим* (табл. 1).

Найхарактернішим для індустріальних регіонів є *хімічне та біологічне* забруднення підземних вод [9]. Це стосується і підземної гідросфери Донбасу, де вказані види забруднення

zareestrowano практично у всіх водоносних горизонтах і комплексах.

Слід зазначити, що *радіоактивне* забруднення, пов'язане з Чорнобильською катастрофою, також має місце у регіоні. Радіонуклеїди «чорнобильського комплексу» зафіксовано навіть у напірних водах мезозойських синкліналей Бахмутської та Кальміус - Торецької улоговин на глибинах більше 400 – 500 м [9].

Теплове забруднення підземних вод спричиняє підвищення їх температури. Воно може обумовлюватись як скиданням гарячих промислових (технологічних) вод, так і хімічними екзотермічними реакціями у підземній гідросфері, що викликані іншими видами забруднення [14]. Так, в процесі гідрогеохімічного обстеження колодязів с. Луганське, які дренують водоносні горизонти світи C_2^3 , було встановлено, що температура води у деяких з них є на $3 - 5^0$ вищою за фонову. Причиною цього, на нашу думку, є інфільтрація гарячої води із каналу – охолоджувача Миронівської ГРЕС, що знаходиться на відстані 150 – 200 м. Інший приклад теплового забруднення пов'язаний з Краматорським металургійним заводом, навколо відстійників якого у алювіальному та верхньокрейдовому водоносних горизонтах сформувалися гідрогеотермічні аномалії з температурою до 60^0C . Така ж картина спостерігається і в зонах впливу нафтогазових свердловин та продуктопроводів. Підвищена температура підземних вод тут пояснюється екзотермічними реакціями між хімічно активними компонентами промислового забруднення гідросфери [16].

За характером джерел забруднення підземної гідросфери промислових регіонів виділяють *промислове, сільськогосподарське та побутове* забруднення [9,14].

Промислове забруднення, що пов'язане з діяльністю різних промислових об'єктів, за гідрогеохімічними наслідками поділяється на декілька груп (табл. 2).

Прикладом інтенсивного промислового забруднення вод Донеччини є:

1) збільшення мінералізації, каламутність та зміна кольору вод четвертинних горизонтів у колодязях м. Слов'янська внаслідок інфільтрації розчинів з відстійників содового комбінату, що спостерігалось з середини 1980-х до кінця 1990-х років;

2) зміна кольору та хімічного складу підземних вод верхнього карбону, а також аномально – високі концентрації в них фенолів, брома, кадмія, бора, фтора у районі м. Горлівка (ст. Фенольна) внаслідок скидання технічних стоків хімічного заводу.

Для кожного з промислових регіонів існу-

Таблиця 1

Основні види забруднення підземних вод Донеччини (за В.Г. Суярко, 1997)

Вид забруднення	Зовнішні джерела забруднення	Характерні компоненти (властивості) води	Райони найбільшого забруднення
Хімічне	Об'єкти хімічної, гірничо-збагачувальної, нафтохімічної, металургійної, харчової промисловості; сільгоспугіддя	Важкі метали, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини (ПАР), феноли, ціаніди, сульфати, хлориди та ін.	Донецько-Макіївський, Маріупольський, Костянтинівський, Енакієвський, Горлівський, Торезько-Сніжнянський промислові райони
Біологічне	Каналізаційні мережі; поля фільтрації; тваринницькі ферми; цвинтарі та могили	Азотні сполуки, сульфід заліза, органічні комплекси	Найбільші за площею і контрастністю гідро геохімічні аномалії – навколо великих міст або скупчень промислових селищ
Радіоактивне	Технологічні води атомних електростанцій	Радіоактивні ізотопи урану (U-235), стронцію (Sr-90), цезію (Cs-137), йоду (I-131) та ін.	В межах Донеччини великих аномалій у підземних водах не встановлено
Теплове	Теплові електростанції; заводи, що скидають неохолодженими технологічні води; тепломережі	Підвищена температура підземних вод	Миронівська, Старобешевська, Задєвська та ін. ГРЕС; металургійні заводи

Таблиця 2

Характерні компоненти-забруднювачі підземних вод різних галузей промисловості (за В.Г. Суярко, 1997)

Галузь промисловості	Аномальні фізичні властивості, макрокомпоненти вод	Характерні мікроелементи у воді
Хімічна	Електропровідність, окисляємість, запах, жорсткість, агресивність, SO ₄ , Cl, HCO ₃ , Na, K, Ca, мінералізація	As, Br, Ba, B, F, Cd, Cr, Fe, Hg, Pb, Zn, V, P, Ti, Sr, Sn, S
Нафтовидобувна та нафтопереробна	Нафтопродукти, вуглеводні, феноли, сульфати	Br, I, S, B, Sr, Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Cr, Ni, V
Електротехнічна	-	Be, Cd, Co, Cr, Cu, Zn, Hg, Mo, Ni, Ti, V, W
Металургія: а) заліза	SO ₄ , Cl, HCO ₃ , CO ₃ , Na, Ca, Mg	Fe, Mn, Cd, Cr, Cu, Hg, S, Pb, Sn, Zn, Be
б) кольорових металів	-	Zn, Pb, Cu, Hg, Cd, Ni, Ba
Склянна, цементна, керамічна	SiO ₂ , Ca, Mg	Cr, F, Ni, Cu, Co, Pb, Sr, Ba
Целюлозно - паперова	Кислоти, альдегіди, спирти, H ₂ S, SO ₄	Ba, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
Соляна	Мінералізація, K, Na, Mg, Cl, SO ₄	Br, Li
Атомна	Радіоізотопи U, Sr, I, C ₃ , Th та ін.	U, I, Sr, Ra, Cs, Pl
Вугільна	Підвищення кислотності та мінералізації, SO ₄ , Cl, Mg, Na, K, Ca, сполуки азоту	Ba, Sr, Mn, Fe, Ge, Bi, B, Hg, Zn, Al

ють специфічні риси забруднення підземної гідросфери. Так, для Донбасу характерним промисловим забруднювачем є хлоридні водовугільних шахт (шахтні води) з мінералізацією до 60 г/дм³ і більше, постійний водовідлив яких здійснюється на працюючих підприємствах. Це призводить до «засолонення» ґрунтів та ґрунтових вод. А інфільтруючись у підземні водонасні горизонти вони спричиняють зміни у їх хімічному складі та підвищують величини мінералізації підземних вод тріщинуватої зони вивітрювання кам'яновугільних відкладів (до 10-20 г/дм³) [12]. Ще більшої шкоди підземній гідросфері регіону завдає масове закриття вугільних шахт, що призводить до природного затоплення усього гірничого простору (так звана «мокра консервація»). Внаслідок такого катастрофічного порушення режиму підземних вод у межах шахтних полів, нерідко спостерігається зміна гідродинамічної та гідрогеохімічної зональності, що суттєво загрожує безпеці питного водопостачання [17]. За рахунок взаємодії з шахтними водами, у підземних водах окрім мінералізації суттєво зростає і постійна жорсткість. Концентрації основних іонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^-) в них зростають, а величина рН часто зменшується до 6-7. У водах кам'яновугільних відкладів з'являється аномально підвищені концентрації мікроелементів, серед яких залізо, алюміній, цинк, ртуть, германій, літій, цезій та інші. Причому деякі з цих елементів знаходяться у промислових концентраціях, що в окремих випадках дає підстави для промислового використання забруднених цінними мікроелементами (Li, Rb, Cs, Ge) вод регіону в якості гідромінеральної сировини [15].

Одним із екологічних наслідків діяльності вугільної галузі на Донеччині є дуже сильне забруднення підземних вод зони вільного водообміну азотистими сполуками. У багатьох випадках вміст нітратів у підземних водах у 10-20 разів і більше перевищує рівень ГДК (45,0 мг/дм³). Більшість гідрогеохімічних аномалій NO_3^- формується навколо териконів вугільних шахт, де на повітрі відбуваються процеси окислення вугілля [10].

Для України з її родючими землями, типовим видом забруднення є сільськогосподарське, яке пов'язане з удобренням ґрунтів, застосуванням гербіцидів і пестицидів, тваринництвом та птахівництвом. Внаслідок діяльності людини у цій сфері у підземні води потрапляють різні шкідливі для здоров'я людини компоненти. Так, через внесення хімічних та органічних добрив у підземні води надходять марганець, цинк, мідь, нікель, фтор, селен, ванадій, залізо, фосфор, азотисті сполуки (NO_2 , NO_3 , NH_4) та ін., а

препарати захисту рослин спричиняють забруднення підземних вод такими небезпечними хімічними елементами як ртуть, арсен, сурма, кадмій, свинець [8,14].

Більшість хімічних елементів є потрібними людському організму у дуже незначних кількостях. У випадках, коли концентрації тих або інших з них перевищують біологічні норми, відбувається порушення функцій різних органів. За ступенем дії на людський організм хімічні елементи і сполуки за медичною небезпечкою поділяються на класи. Наприклад, ртуть, кадмій, арсен, свинець, уран, селен, фтор, берилій, бензапирен, пестициди та ін. належать до першого класу небезпеки. Кобальт, нікель, молибден, мідь, сурма, бром, літій, бор та ін. – до другого, а барій, ванадій, марганець, стронцій, феноли та ін. – до третього класу.

У водорозчинній формі шкідливі речовини (елементи) найбільш згубно впливають на організм людини, оскільки у такому вигляді вони найкраще засвоюються. Біологічна дія кожного з хімічних елементів залежить як від його внутрішніх властивостей, так і від поєднання асоціацій елементів, які вживаються людиною з водою. Бо саме групи хімічних елементів та їх сполук, підсилюючи дію на організм один одного, можуть найбільш згубно впливати на хіміко – біологічні процеси. Так, вживання людиною певних груп хімічних елементів і сполук спричиняє ряд захворювань: ртуть, бор, вольфрам, титан – центральної нервової системи; ртуть, арсен, хром, нікель, кадмій – нирок та сечового міхура; кадмій, ртуть, арсен, цинк, цезій, свинець, азотисті сполуки – кровоносної системи; ртуть, бром – статеві системи; хром, нікель, кобальт, марганець, берилій – шкіри. І таких прикладів можна навести багато [14].

Однією з основних задач сучасної гідрогеології та гідрогеохімії є вивчення антропогенного (техногенного) забруднення підземних вод з метою з'ясування його впливу на існування різних екологічних систем. Комплекс таких досліджень має включати: а) встановлення джерел забруднення підземних вод; б) визначення шляхів і умов міграції компонентів – забруднювачів у підземних водах; в) вивчення факторів і процесів формування хімічного складу підземних вод в умовах антропогенного навантаження; г) прогнозування можливого розповсюдження забруднення та його медико – біологічних наслідків; д) районування території за ступенем забрудненості підземної гідросфери. Причому остання ланка досліджень часто є найінформативнішою [6,13]. За допомогою системного еколого – природоохоронного картографування (за умови необхідної насиченості фактичним

матеріалом) можна не лише успішно здійснювати екологічний моніторинг підземної гідросфери, а й прогнозувати поширення та наслідки її забруднення [5,7].

Фактичний матеріал екологогідрогеохімічних досліджень регіону, який включає понад 5000 результатів хімічних аналізів води, свідчить, що найінтенсивніше забруднюються ті водоносні горизонти і комплекси Донбасу, які залягають поблизу земної поверхні (у зоні вільного водообміну). Через тонкий шар ґрунту там, де він є, у безнапірні ґрунтові води та води тріщинуватих порід зони вивітрювання карбону вільно інфільтруються: стічні розчини; шкідливі і отруйні речовини, що розчинені атмосферними опадами; продукти біологічного розпаду та інші забруднювачі. Особливо сприятливими до забруднення є ґрунтові води, які й приймають на себе основне антропогенне навантаження [11].

Інфільтраційні потоки забруднених вод розповсюджуються згори донизу. Але з глибиною підземні води стають чистішими. Цьому сприяють сорбційні та обмінні реакції у системі «порода – вода» та ступінь проникності забруднених розчинів, яка за нашими спостереженнями є прямо пропорційною їх хімічній агресивності [9,14]. Важливим фактором розповсюдження забруднення у підземній гідросфері є інженерно – геологічні властивості гірських порід і, передусім, їх пористість та тріщинуватість. Тріщинуватість порід, що обумовлюється як екзогенними (вивітрювання), так і ендегенними (тектоніка) процесами, сприяє інтенсивному масопереносу у підземній гідросфері та взаємозв'язку між водоносними горизонтами і комплексами верхньої частини гідрогеологічного розрізу.

Майже уся територія Донеччини є перекритою четвертинними відкладами. У районах, де вони відсутні, перші від поверхні водоносні горизонти формуються у тріщинуватих корах вивітрювання палеозойських відкладів (центральна частина регіону) та кристалічних порід докембрійського фундаменту (південь області). Усі ці, переважно, безнапірні водоносні горизонти, знаходяться у зоні аерації і тому забруднення у них розповсюджується досить інтенсивно, що обумовлюється високими швидкостями фільтрації підземних вод. Середні коефіцієнти фільтрації ґрунтових вод регіону (м/добу) коливаються від 0,01–1,0 в ґрунтових водах; до 150,0–160,0 у піщаних алювіальних відкладах і навіть 200,0–250,0 м в корі вивітрювання [14].

Водонасиченість водоносного горизонту прямо залежить від його товщини. А це, у свою чергу, впливає на обсяги забруднюючих речо-

вин, які можуть знаходитися у воді у розчинній або суспензійній формах. На процеси інфільтрації антропогенних забруднень у підземні води впливають не лише їх геохімічні особливості, а й геохімічні особливості водоуміщуючих порід. Адже від їх хімічної активності залежать об'єми речовин, що поглинаються із розчину. Найсприятливішими у цьому плані є кальцій- і натрій уміщуючі породи, в процесі розчинення яких утворюються іони Ca^{2+} та Na^+ , які є одними з основних агентів обмінних реакцій, що сприяють видаленню забруднюючих речовин із розчину. Це, врешті-решт, може бути одним із факторів природного очищення підземних вод [8].

Ще більш важливе значення для природної захищеності підземних вод має перший від денної поверхні регіональний або й місцевий водоупор. Він завжди є основним геохімічним бар'єром на шляху низхідної фільтрації фронту забруднених розчинів. Часто таким водотривом є товща глинистих порід. Важлива властивість водоупорних глинистих порід – відсутність значущої проникності – залежить не лише від їх щільності, мінералогічного складу, комплексу поглинутих катіонів, але й від мінералізації та хімічного складу розчину, що фільтрується, а також від його температури та ущільнюючих навантажень [4]. У регіоні в областях «відкритого карбону» найменшою проникністю характеризуються широко розповсюджені червоно-бурі «скіфські» глини, що виконують роль регіонального водоупора для ґрунтових вод і вод верхньочетвертинних лесоподібних суглинків. На півдні області, у межах Приазовського кристалічного масиву, аналогічну роль виконують щільні кристалічні породи, які «підстиляють» кору вивітрювання, а на окремих ділянках розповсюдження мезокайнозойських водоносних горизонтів – глинисті різновиди четвертинних неоген-палеогенових та крейдових відкладів [14].

Проте найбільший вплив на розповсюдження забруднення у підземній гідросфері Донбасу має динаміка підземних вод. У Донецькому водонапірному басейні підземні води мезозойських (на півночі) і палеозойських (у центрі) комплексів мають напірний характер. Це визначає їхню здатність стримувати вільну інфільтрацію потоків забруднених розчинів, відтісняючи останні у верхні, безнапірні водоносні горизонти. З глибиною напори підземних вод збільшуються, а їх захищеність від забруднення відповідно зростає. Високі рівні напорів підземних вод є характерними для техногенно не порушених площ. А там, де водоносні горизонти і комплекси є штучно здренованими гір-

ними виробками, рівні напірних підземних вод значно знижуються. В результаті на таких ділянках утворюються осередки інфільтраційного проникнення забруднених розчинів у підземну гідросферу на глибини, які відповідають п'єзометричним рівням напірних вод. Але лише завдяки гідродинамічному фактору у всьому урбанізованій Донеччині підземні води горизонтів, що залягають нижче зони вільного водообміну, є відносно чистими і, в цілому, придатними для водопостачання населенню.

Природна захищеність підземної гідросфери ґрунтується на її здатності як гнучкої природної системи, що включає воду і водоутримуючі породи, протидіяти антропогенному впливу. Серед основних факторів такої захищеності слід виділити: а) фільтраційні властивості, товщину (глибину залягання) та геохімічні особливості водоутримуючих порід; б) наявність непроникних водоупорів; в) напірність підземних вод, що формуються нижче зони вільного водообміну.

Висновки. На основі великого фактичного матеріалу еколого-гідрогеохімічних досліджень Донбасу розглянуто забруднення підземної гідросфери промислових регіонів. Вказано причини, види та визначено джерела її антропогенного забруднення. Розглянуто геолого-географічні фактори формування хімічного складу підземних вод в умовах техногенезу, а також утворення аномалій локального та регіонального забруднення у підземних водах. Розкрито фактори природного захисту підземної гідросфери від антропогенного забруднення.

Дослідження показали, що кожний промисловий регіон за хімічним складом забруднювачів має свою специфіку. На окремих прикладах показано вплив хімічних елементів та їх гідрогеохімічних асоціацій на організм людини.

Отримані результати можуть бути цілком прийнятними і для інших промислових регіонів України і світу з аналогічними Донбасу геологічною будовою, гідрогеологічним режимом та геоморфологічними особливостями.

Література

1. Авессаломова И.А. Экологическая оценка ландшафтов. – М.: Изд. МГУ, 1992. – 106с.
2. Вернадский В.И. несколько слов о ноосфере// Успехи современной биологии, 1944. - №18, вып. 2. – С. 113 -120.
3. Волошин П.К. Моніторингові дослідження підземних вод урбосистеми Львова/Наук. Праці Укр НДГМІ. – 2003. – вип. 252. – С. – 80 – 96.
4. Гольдберг В.М. Изучение фильтрационных свойств водоупорных слоев при решении задач охраны подземных вод и захоронения промстоков / В.М. Гольдберг, Н.П. Скворцов// Гидрогеологические и инженерно - геологические исследования техногенного воздействия на окружающую среду. – М., 1988. – С. 118-126.
5. Пересадько В.А. Системне еколого – природоохоронне картографування: завдання, цілі і методи/ В.А. Пересадько// Український географічний журнал. – 2002. - №2 – С. 53 – 57.
6. Пересадько В.А. Регіональна екологічна інформаційна система: суть, задачі, та напрямки розробки/ В.А. Пересадько// Картографія та вища школа. – К.: ЗАТ «Інст. передових технол.», 2005. – Вип. 10. – С. 73-78.
7. Пересадько В.А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи. – Харків., 2009. – 350с.
8. Питьева К.Е. Гидрогеохимические аспекты охраны геологической среды. – М.: Наука, 1984. – 221с.
9. Плотноков Н.И. Техногенные изменения гидрогеологических условий. – М.: Недра, 1989. – 265с.
10. Суярко В.Г. О соединениях азота в подземных водах (на примере Донецкого бассейна)/ В.Г. Суярко, Б.С. Панов// Известия вузов. Геология и разведка. – М., 1992. - №4. – С. 107 – 112.
11. Суярко В.Г. Оценка состояния природной окружающей среды Донецкой области по результатам эколого - гидрогеохимического картирования/ В сб. «Принципы и методы картирования геологической среды для экологических оценок». – К., 1994. – С. 75 – 80.
12. Суярко В.Г. О техногенных изменениях химического состава подземных вод Донбаса/ В.Г. Суярко, Н.А. Краснопольский, О.А. Шевченко// Известия вузов. Геология и разведка, 1995. - №1. – С. 85 – 90.
13. Суярко В.Г. Еколого – гідро геохімічне районування території як оцінка ступеня їхнього екологічного ризику/ Зб. «Геологічна оцінка екологічного ризику територій». – К., 1996. – С. 98 – 99.
14. Суярко В.Г. Экология подземной гидросферы Донбасса. – К.: Т-во «Знання» України, 1997. – 69с.
15. Суярко В.Г. Можливості використання підземних і шахтних вод Донбасу як гідромінеральної сировини/ В.Г. Суярко, І.К.Решетов, К.О. Безрук// Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2007. - №3 (39). – С. 7 – 12.
16. Суярко В.Г. Забруднення геологічного довкілля супутньо – пластовими водами нафтогазових родовищ/ В.Г. Суярко, О.О. Сердюкова// Науковий журнал ПНТУ, Полтава, 2012. – Вип. 2 (2). – С. 152 – 156.
17. Удалов И.В. Изменение вертикальной гидрогеохимической зональности в процессе мокрой консервации угольных шахт// Вестн. ХНУ, 2011. - №956. Вип. 34. – С. 77 – 82.
18. Шестопалов В.М., Зелинский М.П., Шнюхов Е.Ф., Яковлев Е.А. Актуальные проблемы гидрогеологии и инженерной геологии Украинской ССР/ Проблемы рационального использования геологической среды. – М.: Наука, 1988. – С. 224 – 243.
19. Scanlon B.R. Relation – ships between groundwater contamination and major – ion chemistry in a karst aquifer // Journal Hydrology, 1990. – v. 119. - №1. – P. 80 – 82.